

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra mechanické technologie

Implementace systému Kanban pro linku konfiguračních systémů

Implementation of the Kanban System for the Line of Configuration
Systems

Student:

Nezhybová Ivona

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Schindlerová Vladimíra, PhD.

Ostrava 2017

Zadání bakalářské práce

Student: **Ivona Nezhybová**
Studijní program: **B2341 Strojírenství**
Studijní obor: **2301R040 Průmyslové inženýrství**
Téma: **Implementace systému Kanban pro linku konfiguračních systémů**
Implementation of the Kanban System for the Line of Configuration Systems
Jazyk vypracování: **čeština**

Zásady pro vypracování:

1. Obecná charakteristika řešené problematiky. Základní pojmy.
2. Analýza současného stavu z hlediska toku materiálu, řízení výroby a logistiky.
3. Vyhodnocení analýzy, specifikace požadavků.
4. Návrh na řešení.
5. Zhodnocení návrhu řešení a přínos pro podnik.

Seznam doporučené odborné literatury:

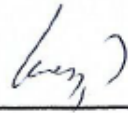
ČSN ISO 690 (01 0197) *Informace a dokumentace: Pravidla pro bibliografické odkazy a citace informačních zdrojů*. Praha: Český normalizační institut, 2011. 40 s.
MAŠÍN, I., VYTLAČIL, M. *Cesty k vyšší produktivitě. Strategie založené na průmyslovém inženýrství*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. 1996, ISBN 80-902235-0-8
TOMEK, G., VÁVROVÁ, V. *Řízení výroby*. Vyd. 2. Praha: Grada Publishing, spol. s.r.o., 2000. 412 s. ISBN 80-7169-955-1.
HLAVENKA, B. *Projektování výrobních systémů: technologické projekty*. Vyd. 3. Brno : CERM, 2005. ISBN 80-214-2871-6.
KEŘKOVSKÝ, M. *Moderní přístupy k řízení výroby*. Vyd. 2. Praha: C. H. Beck, 2009. 137 s. ISBN 978-80-740-0119-2.

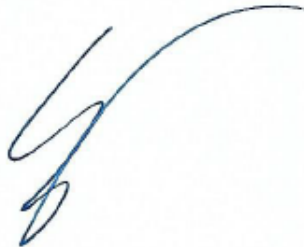
Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Vladimíra Schindlerová, Ph.D.**

Datum zadání: 09.12.2016

Datum odevzdání: 15.05.2017


Ing. Lucie Krejčí, Ph.D.
vedoucí katedry


doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty



Místopřisežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracovala samostatně pod vedením vedoucí bakalářské práce a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě: 15.5.2014


Ivona Nezhybová

Prohlašuji, že

- jsem byla seznámena s tím, že na moji diplomovou (bakalářskou) práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou (bakalářskou) práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová (bakalářská) práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové (bakalářské) práce. Souhlasím s tím, že údaje kvalifikační práci budou zveřejněny v Informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou (bakalářskou) práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě : 15.5.2017



Jméno a příjmení autora práce: Ivona Nezhybová

Adresa trvalého pobytu autora práce: Rooseveltova 84, Olomouc 77900

ANOTACE BAKALAŘSKÉ PRÁCE

NEZHYBOVÁ, I. *Implementace systému Kanban na linku konfiguračních systémů: bakalářská práce*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra mechanické technologie, 2016, s.43. Vedoucí práce: Schindlerová, V.

Bakalářská práce se zabývá sledováním a řízením výrobního procesu v podniku Edwards, s.r.o., v Lutíně. V úvodu této práce je nastíněna základní problematika, stanovení pojmů, které souvisí s vypracováním práce a také autorce napomáhají k pochopení proč a jak řídit a sledovat výrobní procesy v podniku. Ve druhé části bakalářské práce bude hodnocen současný stav. V závěrečné části budou uvedeny požadavky, potřeby a úskalí v řízení výrobního procesu. Cílem této práce je zavedení systému KANBAN i pro nestandardní výrobní linku. V závěru bude navržen systém zavedení KANBAN a celkové zlepšení plánování a řízení tohoto pracoviště.

ANNOTATION OF BACHELOR THESIS

NEZHYBOVÁ, I. *Implementation of the Kanban system for the Line of configuration systems: Bachelor Thesis*. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Mechanical Technology, 2016, p.43. Head: Schnindlerová, V.

The bachelor thesis deals with the monitoring and control of the production process in Edwards, s.r.o., in Lutín. In the beginning of this thesis are outlined the basic issues, the definition of terms connected with the elaboration of the work and also the authors help to understand why and how to manage and follow the production processes in the company. In the second part of the bachelor thesis, will be evaluated the current state. In the final part will be presented requirements, needs and pitfalls in the management on the production process. The aim of this work is to introduce the KANBAN system for non-standard production line. In the end, the KANBAN implementation system will be designed and an overall improvement of the planning and management of this workplace.

OBSAH

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....	11
ÚVOD.....	12
1 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY.....	13
1.1 VÝROBNÍ SYSTÉM TOYOTY A ŠTÍHLÁ VÝROBA.....	13
1.1.1 Tahové systémy – základ JIT	14
1.1.2 JIDOKA.....	16
1.1.3 Plýtvání.....	17
1.1.4 Štíhlé pracoviště	18
1.1.5 5S.....	18
1.2 KANBAN	20
2 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU	22
2.1 CHARAKTERISTIKA ZAVEDENÍ KANBAN NA STANDARDNÍ LINCE.....	23
2.2 CHARAKTERISTIKA PRÁCE NA LINCE KONFIGURAČNÍCH SYSTÉMŮ, TZV. NON-STANDARD	28
2.2.1 Analýza současného stavu	29
3 VYHODNOCENÍ ANALÝZY A IDENTIFIKACE POŽADAVKŮ.....	31
4 NÁVRH NA ŘEŠENÍ	32
4.1 IMPLEMENTACE SYSTÉMU KANBAN	32
4.2 NÁVRH SIGNÁLNÍHO ZAŘÍZENÍ PRO DOPLNĚNÍ MATERIÁLU	33
4.3 NÁVRH VHODNÉHO IDENTIFIKAČNÍHO ZAŘÍZENÍ PRO ZEFEKTIVNĚNÍ PRÁCE SKLADNÍKA.....	33
5 ZHODNOCENÍ NÁVRHU ŘEŠENÍ A PŘÍNOS PRO PODNIK	42
ZÁVĚR	43
SEZNAM OBRÁZKŮ	44
SEZNAM TABULEK.....	44
SEZNAM PŘÍLOH	44
POUŽITÁ LITERATURA A STUDOVANÁ LITERATURA	45

Seznam použitých zkratk

5S	5 základních pravidel, používaných v principech štlhlé výroby
A81, DPM	Označení pracoviště
a_j	Součet pořadí přiřazený všemi experty j-tému kritériu (1)
ATEX	Označení elektrických zařízení určené do výbušného prostředí
B_j	Koeficient významnosti (2)
EDP	Edwards Dry Pump
EDW	Edwards, s.r.o.
FG	Finish Goods
JIDOKA	Automatizace s lidským dotykem
JIT	Just-In-Time
R&D	Research and Development
RM	Raw Material
s.r.o.	Společnost s ručením omezeným
S_j	Relativní užitečnost, vážená bodovací metoda (4)
S_j	Relativní užitečnost, bazická metoda (7)
TPS	Toyota Production System
tzv.	Takzvaně
U1C1	Označení staré výrobní haly
U1D1	Označení nové výrobní haly
w	Koeficient shody
z_{ij}	Porovnání všech užitých variant s bazickou metodou, pro náklady (5)
z_{ij}	Porovnání všech užitých variant s bazickou metodou, pro výnosy (6)

Úvod

Společnost Edwards s.r.o., se sídlem v Lutíně na Olomoucku je druhým největším výrobním závodem průmyslových vakuových pump v rámci Edwards Limited, tvoří 20 – 25% produkce. Edwards Limited vlastní 7 závodů, v Jižní Koreji, ve Spojených státech, Číně, České Republice, Japonsku a 2 závody ve Velké Británii.

Činnost společnosti Edwards Limited se obecně člení do 2 tržních segmentů: první je Semicon, polovodičový byznys, pro něj se vyrábí vývěvy především v Jižní Koreji. Druhý je General Vacuum. Lutín patří k hlavním závodům v této oblasti. Produkce EDW zásobuje 4 sektory: vědecký, vývoj neboli R&D, proces a ostatní průmysl. Výrobky společnosti Edwards s.r.o. představují 4 rozdílné oblasti, čímž zajišťujeme komplexnost nabízených produktů. Pro představu: nejmenší vyráběné pumpy váží cca 2,5 kg, oproti tomu specifické systémy, obsahující několik vývěv a dmychadel, mohou vážit i 20 t.

Výrobky Edwards nacházejí své uplatnění zejména v oblasti scientific, takže na vědeckém trhu, např. výroba hmotnostních spektrometrů a elektronických mikroskopů. Dalšími důležitými obory jsou rovněž metrologie, vývojová pracoviště tzv. researchment development, kam řadíme laboratoře a univerzity. Co se týče průmyslového trhu je zajímavé například podvakuové nanášení povrchových úprav na displeje dotykových telefonů, nebo steel degassing, tzn. odplynění při výrobě oceli. Za zmínku stojí i petrochemický, farmaceutický nebo potravinářský průmysl nebo také solární byznys. Společnost Edwards má kolem 20-ti tisíc zákazníků.

Od ledna 2014 má společnost Edwards Limited 100% vlastníka Atlas Copco, což má za následek nárůst výroby a mnoho příležitostí k rozšíření nabízeného portfolia produktů na trhu.

Pro udržení vedoucí příčky na trhu vakuové techniky Edwards s.r.o. implementuje ve všech výrobních procesech ty nejlepší metody organizace a řízení výroby.

Edwards s.r.o. pravidelně a transparentně stanovuje strategie řízení firmy, jasné cíle a vize a výsledky pak vyhodnocuje a oceňuje. Základními metodami jsou „Standardizace“ všech činností, postupů a procesů, „5S“ tzn. pořádek, úklid a standardizace pracoviště a „vizuální“ řízení firmy. Zavedením těchto metod dochází k postupnému zlepšování všech procesů uvnitř podniku a mohou se na nich postavit principy dalších již složitějších metod. [8]

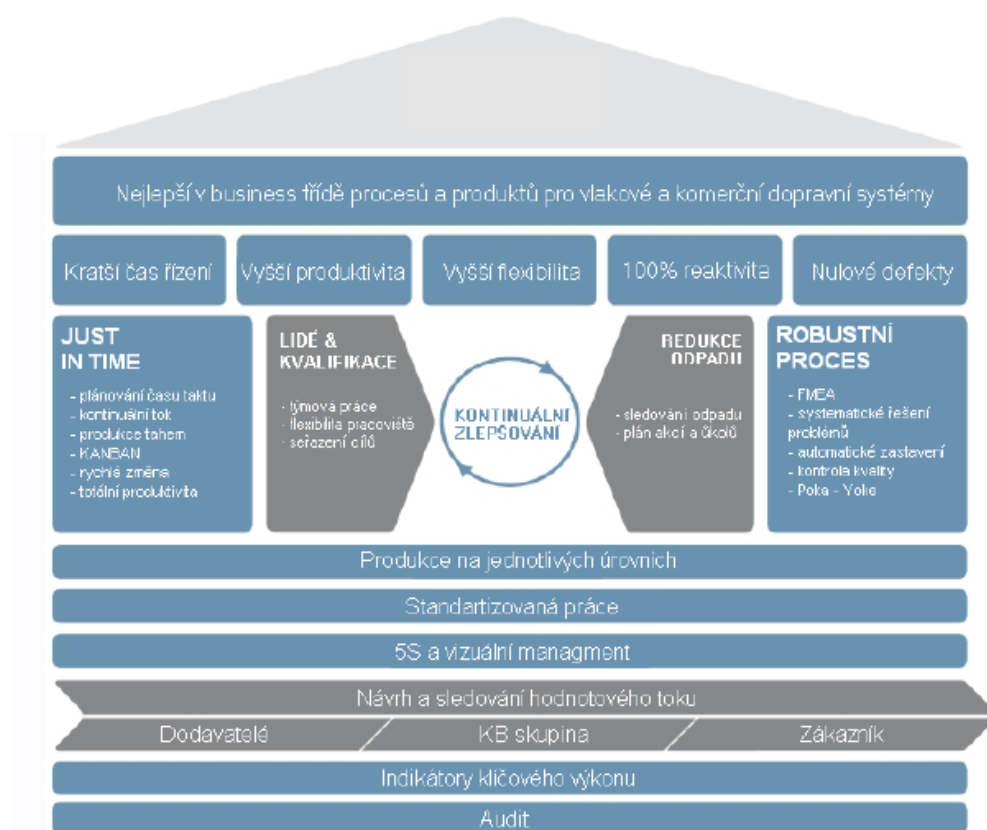
Cílem bakalářské práce je implementace systému Kanban pro linku konfiguračních systémů, zvanou non-standard, zlepšení organizace pracovního prostředí a materiálového toku.

1 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

V této kapitole jsou popsány metody organizace a řízení. Bakalářská práce se zabývá jen vybranými metodami, proto budou popsány jen tyto dané metody.

1.1 Výrobní systém Toyota a štíhlá výroba

Koncepce štíhlé výroby vznikla v 50-tých letech minulého století v Toyota Motor Corporation. tzv. Výrobní systém Toyota (Toyota Production system – TPS) jehož stavebními pilíři jsou metody Just-in-time (JIT) a JIDOKA. Zakladateli této koncepce jsou Taiichi Ohno (hlavní inženýr Toyota), Shigeo Shingo (odborník na organizace a řízení výroby, který s Toyotou úzce spolupracoval) a Eiji Toyoda (prezident Toyota). Pro koncept štíhlé výroby je charakteristický tzv. model chrámu, tento model je shodný ve všech výrobních systémech na základě štíhlé výroby (Obr.1).



Obr. 1: Chrám štíhlé výroby [9]

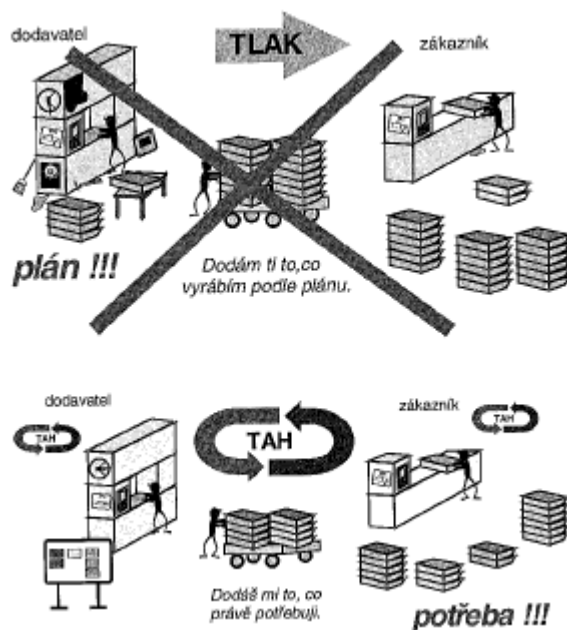
Chrám se svým tvarem podobný skutečné firmě a byl zvolen i z důvodu své názornosti. Tento chrám má stabilitu pouze za předpokladu, že jsou stabilní jeho pilíře, střecha a základy. Síla nejslabšího článku přímo ovlivňuje sílu celého systému. Střecha chrámu je tvořena cíli – nejnižší náklady, nejlepší jakost a nejnižší průběžné časy. Jsou dvě základní cesty, jak těchto cílů dosáhnout - koncepce JIT a JIDOKA, zásada, že vadný kus by se nikdy neměl dostat na další výrobní pracoviště. Mezi těmito pilíři jsou lidé, kteří dosahují cílů na základě týmové práce, neustálého zlepšování a odstraňování ztrát. Základy chrámu pak tvoří vyrovnaná výroba (heijunka) – z hlediska množství a sortimentu, standardizovaných, stabilních a spolehlivých procesů, vizuálního řízení a celkové filozofie Toyoty. [9]

1.1.1 Tahové systémy – základ JIT

Just-in-time (JIT) je výrobní filozofií, kterou když uplatňujeme ve výrobním podniku, tak výrobky, díly a materiál jsou vyráběny, dopravovány a skladovány právě tehdy, kdy je zákazník (výroba, spotřebitel) vyžaduje. Tzn. vyrábíme *„Správný výrobek, ve správný čas, ve správné době, ve správném množství, za správný čas, na správném místě a konečně za správnou cenu“*.

Filozofie JIT vznikla při budování výrobního systému Toyota. Název „Just-in-time“ vymyslel její první prezident firmy K.Toyoda, ale metodu jako takovou dovedl k realizaci Taichi Ohno. Od té doby ve výrobních podnicích po celém světě neustále JIT zavádíme a používáme.

Myšlenka JIT se může zdát banální, je potřeba si ale uvědomit, že zavedením JIT došlo k převratné revoluci v průmyslové výrobě, a to - zavedení principu TAHU nikoli TLAKU. V běžném podniku se výroba řídí výrobním plánem, jeden proces je ukončen, další následuje, výrobky (polotovary) jsou tlačeny právě ukončeným procesem do procesu následujícího, tzn. kompetence transportu má předřazený proces. Takto často vznikají mezisklady, které jsou sice naplněny díly, ale velmi často pak chybí právě ty bezprostředně potřebné díly. Jestliže ovšem aplikujeme filozofii „just-in-time“ a dáme zodpovědnost za transport procesu následnému, je v předřazeném procesu vyráběno (taženo) pouze to, co je potřeba v procesu následném. Tímto efektivně měníme princip *„přinesu ti to, co vyrobím“* na *„vezmu si to, co potřebuji“*. [6]



Obr. 2: Princip tahu a tlaku [6]

Po úspěšném zapracování JIT v průmyslovém podniku pak zpravidla dochází k těmto výsledkům:

- 50 – 90% snížení zásob,
- 40 – 80% snížení změnového času,
- 50 – 90% zvýšení jakosti,
- 15 – 40% snížení nákladů na prodej,
- 30 – 60% snížení ploch.

Základní myšlenkou JIT je odstranění plýtvání napříč celým podnikem. Čtyři základní principy JIT jsou:

- I. Zjednodušování – zjednodušujeme přístupy a metody a odstraňujeme složité a překombinovaná řešení.
- II. Zviditelnění – stavíme na „vidět, co se děje“ uvnitř průmyslových a obchodních procesů (zmetky, prostoje, počty kusů atd.).
- III. Synchronizace – snažíme se o synchronizaci s aktuální potřebou ne s potřebou plánovanou. Organizujeme tedy rychlost a pružnost v rámci podnikových procesů.
- IV. Neustálé zlepšování – neustále rozvíjíme celý systém.

Podmínky, které nám umožní tyto principy v plném rozsahu využít:

- výroba malých sérií,
- zajištění plynulých materiálových toků,
- plánování výroby na základě objednávky,
- eliminace prostojů,
- zajištění stabilní vysoké jakosti,
- udržení jasné strategie,
- respekt systému všemi pracovníky. [6]

1.1.2 JIDOKA

Druhým pilířem je princip JIDOKA, v překladu – automatizace s lidským dotykem. JIDOKA má za cíl zabudování kvalitní kontroly do každého kroku výrobního procesu. Zviditelněním všech procesů dosahuje JIDOKA zajištění okamžitého řešení všech abnormalit.

Kvalita je důsledně monitorována, každý pracovník je přímo odpovědný za provádění kontrol kvality před předáním vyráběného zboží na následující pracoviště. Jestliže je zjištěna závada nebo chyba, je okamžitě řešena – i za cenu přechodného zastavení výrobního procesu.

JIDOKA je tedy metodou „*zviditelnění problémů*“ a v krátkém časovém úseku se tento problém snaží vyřešit, nebo rovnou zamezit jejich výskytu.

Štíhlá výroba je tedy souhrn nástrojů a metod, které usilují o dlouhodobou stabilizaci rozvoje efektivity výrobního procesu a o zvýšení produktivity práce. Je nejvhodnějším řešením pro zajištění maximálního efektu při zavedení veškerých nástrojů štíhlé výroby. Výrobním systémům efektivita klesá. Přirozenou tendenci v poklesu efektivity je možno eliminovat vhodnou implementací nástrojů štíhlé výroby a tím naopak povzbudit její rozvoj.[9]

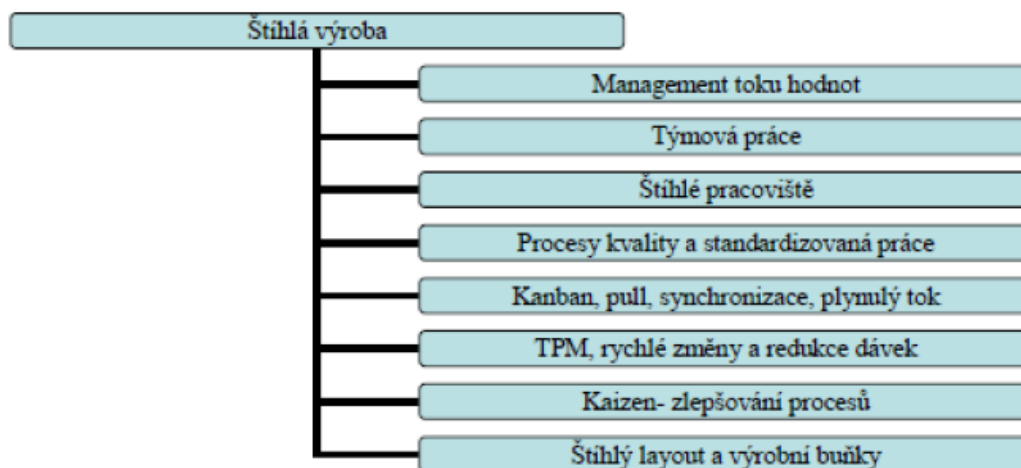
1.1.3 Plýtvání

Správné zavedení prvků štíhlé výroby do výrobních procesů, pak vede k eliminaci plýtvání. Druhy plýtvání jsou uvedeny v tabulce (Tab.1):

Tab. 1: Druhy plýtvání

<i>Druh plýtvání</i>	<i>Důsledek</i>
Nadbytečná výroba	<ul style="list-style-type: none">▪ Nadbytek materiálu rozpracované a hotové výroby- Zastaralé zásoby- Náklady na přepravu a skladování- Nevyrovnaná výroba
Čekání	<ul style="list-style-type: none">▪ Nesprávná synchronizace navazujících činností- Zpoždění předchozí operace z důvodu poruch rozdílných kapacit- Čekání na dávku, stroj▪ Pracovníci pozorují automatický stroj nebo linku
Nadvýroba	<ul style="list-style-type: none">▪ Větší výroba než je potřeba▪ Výroba v předstihu nebo naopak pomaleji než je potřeba
Zbytečná přeprava	<ul style="list-style-type: none">▪ Dlouhé cesty▪ Mezisklady▪ Přenášení materiálu
Nesprávné zpracování	<ul style="list-style-type: none">▪ Existence operací, které nejsou nezbytně nutné▪ Vylepšení neviditelná pro zákazníka
Zbytečné pohyby	<ul style="list-style-type: none">▪ Zbytečné pohyby v průběhu práce▪ Nadměrná vzdálenost mezi operacemi a souvisejícími přesuny lidí▪ Neefektivní pohyby z důvodu špatné ergonomie pracoviště
Defekty	<ul style="list-style-type: none">▪ Opravy výrobků nebo služeb▪ Zmetky▪ Náhradní výroba▪ Vracení zboží zákazníkem
Nevyužitá tvořivost zaměstnanců	<ul style="list-style-type: none">▪ Naslouchání zaměstnaneckých nápadů▪ Nezapojení zaměstnanců do dění kolem nich▪ Nereagování na oprávněné připomínky zaměstnanců

Základním prvkem při eliminaci plýtvání z výrobních procesů je co nejvyšší rychlost jejich identifikace a vyměření. I na to štíhlá výroba pamatuje a má svůj vlastní koncept, který obsahuje soubor nástrojů, technik a metod (Obr. 3). [4]



Obr. 3: Prvky štíhlé výroby [6]

1.1.4 Štíhlé pracoviště

Abychom mohli do výrobního procesu aplikovat prvky štíhlé výroby, potřebujeme mít štíhlé pracoviště. Štíhlé pracoviště je tedy základním kamenem štíhlé výroby. Správně navržené pracoviště umožňuje pracovníkům vykonávat pohyby, které šetří spotřebu času, ergonomické podmínky, výkonové a kapacitní normy a další parametry výroby. [6]

1.1.5 5S

5S je sestavou pěti základních principů pro dosažení trvale čistého, přehledného a organizovaného pracoviště. Vychází z pěti japonských slov – Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke. Přístup dle 5S je chápán nejen jako zlepšování fyzického prostředí, ale i jako způsob zlepšování procesu myšlení. V ČR bychom mohli tento systém nazvat takto - „*Každá věc má své místo*“.

Obrázek (Obr. 4) znázorňuje metodiku 5S. Kroky 5S jsou následující:

- Kroky 1,2 a 3 jsou postupy, jak pracoviště změnit.
- Kroky 4 a 5 jsou nástroje, pomocí nichž se snažíme udržet a neustále zlepšovat nový stav. [1]



Obr. 4: 5S [1]

Cíle zavedení 5S:

- zlepšení toku materiálu a informací,
- zvýšení produktivity práce,
- zlepšení kvality výroby,
- zlepšení bezpečnosti práce,
- ochrana životního prostředí,
- tvorba příjemného pracovního prostředí.

Přínos po zavedení 5S:

- Pozitivní vliv pohledu a zájmu zákazníka na čistý a organizovaný výrobní závod.
- Čistým a udržovaným pracovištěm dojde k odhalení abnormalit na strojích a nářadí.
- Odstraněním nadbytečných předmětů dojde k eliminaci překážky a prostojům při hledání potřebných materiálů nebo nástrojů.
- Metodika 5S aktivně přispívá k podnikové kultuře, ke zvýšení bezpečnosti, produktivity a kvality. Zbavuje zaměstnance apatie k nepořádku na pracovišti, ztrátám a abnormalitám, zaměstnance začlení do změn v podniku.

1.krok – **SEIRI** – vytřídit, odstranit nepotřebné

- Jasně definuje a identifikuje, co je na pracovišti nutné a co je zbytečné (přebytečný materiál, nástroje, zásoby, pohyby a úkony bez přidané hodnoty).
- Říká nám – projdi důkladně pracoviště a vytipuj nepotřebné věci, označ je a postupně vyřaď a sešrotuj.

2.krok – **SEITON** – uspořádat (systematizovat)

- Určuje věcem (nástrojům, materiálům atd.) správné místo, k použití ve správný čas, po použití je potřeba je uložit zpět.
- Je nutné mít označeno pracoviště, regály, stroje a opravit nebo obnovit poničené nebo nevyhovující věci.

3.krok – **SEISO** – uklízet, čistit

- Stanovuje denní periodu pro úklid, čištění a údržbu pracovních zařízení, začleňuje do výrobního procesu potřebný čas pro tuto činnost, tím udržuje zařízení neustále připravená k použití, odstraňuje prach a nečistoty.
- Čisté pracoviště pak napomáhá kvalitě, efektivitě a bezpečnosti práce

4.krok – **SEIKETSU** – standardizovat

- Zavádí a nabádá k dodržování standardů čistoty.
- Každý tým i jednotlivec zodpovídá za čistotu svého pracoviště, nabádá ke spolupráci v rámci pracovišť a k nedovolení neuvedení věcí do původního stavu.
- Zavádí úklid pracoviště jako součást prevence úrazů a ochrany zdraví při práci.

5.krok – **SHITSUKE** – vyžadovat disciplínu, audit

- Nespoléhá na to, že úklid se provádí až na konci směny.
- Je nutné z úklidu udělat zvyk a pracovníkům toto vštěpit.
- Je nutné dodržovat kulturu prostředí a pak se daří vytvářet uspokojující pracovní prostředí. [1]

1.2 Kanban

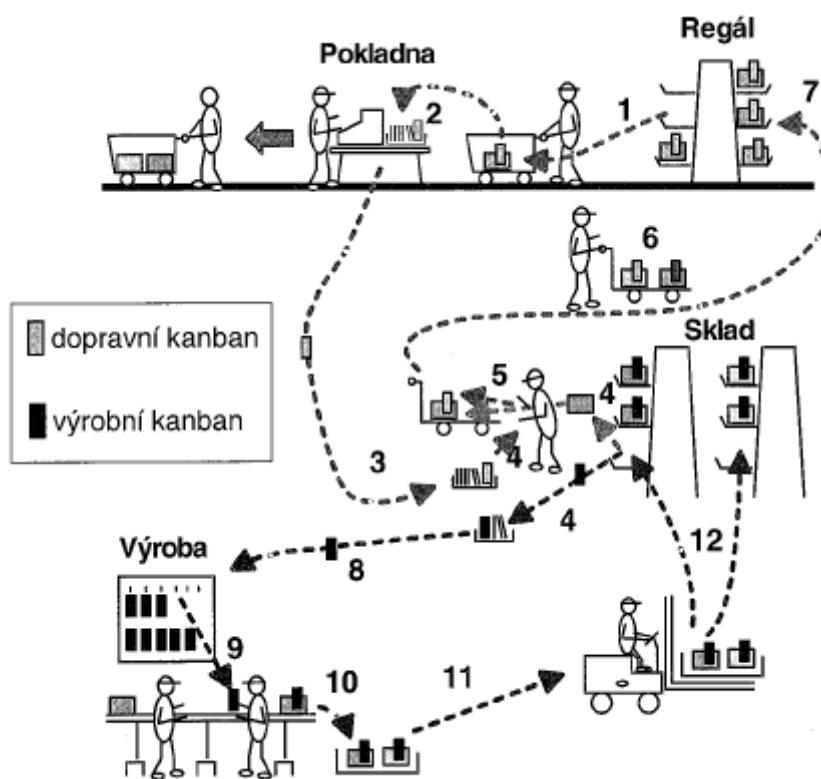
Potřebujeme vyrábět „právě včas“ požadované díly v potřebném množství a čase, tím nejehospodárnějším způsobem v každém výrobním kroku, ideálním cílem pak je rovnoměrný tok materiálu podnikem vlastním i podniky dodavatelskými.

Při realizaci tohoto plynulého toku pak dochází ke zkracování přípravných časů, výroba jednoho kusu na více pracovištích a optimálně vyvážená výroba ve výrobním mixu. Jednotlivé procesy podniku pak na sebe navazují, jako by byly spojeny neviditelnými nitkami.

Systém KANBAN je nepostradatelným podsystémem výrobního systému podniku s JIT. Takto připravený výrobní systém pak zahrnuje normování postupů, zkrácení časových ztrát při seřizování stroje atd., optimální plánování sledu výroby. Správně zavedený KANBAN má pak velkou moc pro zlepšení všech výrobních procesů. Aby ale KANBAN správně fungoval je nezbytné jeho komplexní pochopení a je nutné jej nezaměňovat s filozofií skladové kontroly nebo s filozofií JIT.

KANBAN (japonsky kartička / visačka) je nástrojem pro zlepšování procesů, a také nástrojem, který efektivně plní stanovené cíle.

Abychom pochopili princip kanbanu, nahlédneme do historie za jeho zakladatelem - Taiichi Ohno. Taiichi Ohno při návštěvě v USA v r.1956 navštívil supermarket, o němž slyšel, že využívají principu JIT a ujistil se v tom, že „vyrábět včas“ je efektivním a proveditelným principem vedení výroby.



Obr. 5: Princip KANBAN [6]

Princip KANBAN na obrázku (Obr. 5) můžeme popsat následovně:

- Z regálu si zákazník vezme požadované zboží.
- U pokladny je ze zboží sejmutý štítek = dopravní karta a je uložen do boxu (kanbanová pošta).
- Dopravní karty jsou doručeny zpět do skladu.
- Následně je ze skladu vyskladněno zboží pro doplnění regálů. Jakmile je ze skladu zboží vybráno, dopravní karty jsou změněny na výrobní a uloženy do boxu (jiná kanbanová pošta).
- Zboží je dopraveno do regálu (do supermarketu) společně s dopravními kartami.
- Výrobní karty jsou dopraveny zpět do výrobního procesu a je vyráběno přesně to, co je požadováno (a v požadovaném množství).
- Jakmile je výroba ukončena, zboží je označeno výrobními kartami.
- Zboží pak putuje do skladu a tím se cyklus uzavírá. [6]

2 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

Společnost Edwards s.r.o. vyrábí průmyslové suché a olejové vývěvy a suché turbomolekulární a laboratorní vývěvy pro výzkum a vědu. Mezi nejžádanější produkty patří pumpy EDP (Obr.6), což je robustní vakuová suchá chemická vývěva. Vícestupňovou kompresí a systémem nepřímého chlazení umožňuje optimální nastavení provozních teplot a tím vyhovuje nejnáročnějším aplikacím v chemickém a petrochemickém průmyslu. Pro laboratorní průmysl je pak nabízena inovativní suchá vývěva nEXT (Obr.7). Vhodná například do hmotnostní spektrometrie a elektronové mikroskopie nebo pro výzkum plazmy.[11]



Obr. 6: EDP – Edwards Dry Pump [11]



Obr. 7: pumpa nEXT [11]

2.1 Charakteristika zavedení KANBAN na standardní lince

Úvodní část práce se bude zabývat, jakým způsobem funguje systém KANBAN na standardní výrobní lince.

Společnost Edwards s.r.o. jakožto největší výrobní závod průmyslových vakuových pump ve skupině Edwards Limited, má montážní i výrobní pracoviště. Společnost EDW je tedy schopná vyrobit vstupní materiál pro následnou montáž hotového výrobku. Pro výrobní produkci používá účinně a efektivně zavedený systém KANBAN.

V první řadě bylo nutné KANBAN správně nastavit a dosáhnout pochopení všech článků výrobního cyklu jak a proč KANBAN účinně používat. Protože zaměstnanci se přímo podílí na tvorbě KANBAN a na jeho efektivním plnění. Jedině takto totiž lze dosáhnout požadovaných výsledků.

Je proto nutné používat tyto zásady:

1. Dle kanbanových karet dostávají pracovníci následného výrobního procesu, od pracovníků procesu předcházejícího.
2. Pracovníci vyrábí pouze požadované množství dle kanbanových karet.
3. V případě, že pracovníci výrobní linky nemají kanbanovou kartu, neprovádí výrobu ani transport.
4. Boxy, ve kterých je uloženo zboží, jsou neustále označeny příslušnou kanbanovou kartou (kanbanové karty mají magnetickou zadní stranu, pro jednoduché umístění a sejmutí z plechového boxu).
5. Cílem oddělení kvality je 100% jakost dílů, které jsou ukládány do boxu pro transport do dalšího výrobního procesu.
6. Abychom vyloučili plýtvání a nadměrné skladové zásoby, je neustále snižován počet kanbanových karet.

Oddělení logistiky tedy každému dílu přiřadí jedinečné číslo výrobku, pro takto označené díly, které jsou určeny pro produkci na výrobní lince, jsou vystaveny kanbanové karty (Obr. 8). Každému dílu je k číslu výrobku přiřazen přívlastek „P“, jako „production“. Po ukončení produkce daného dílu pak přívlastek „P“ mizí a díl vstupuje (se stejným číslem dílu) na montážní linku jako součást kusovníku výsledného produktu.

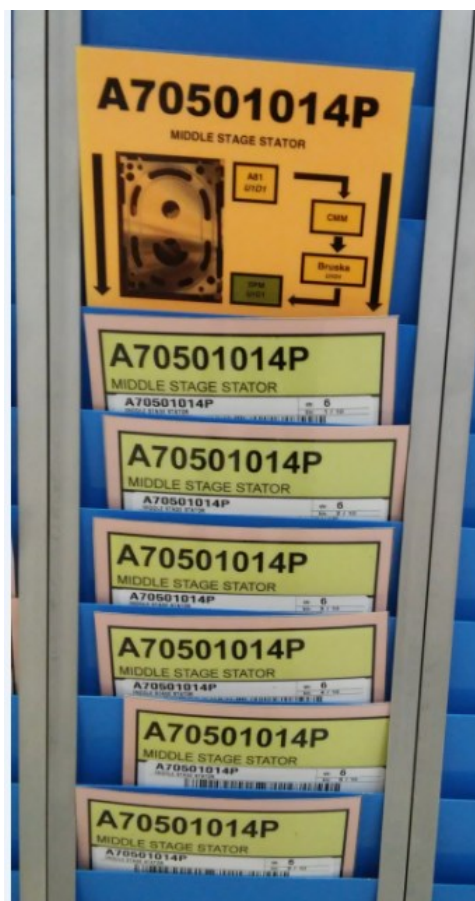
Kanbanové karty jsou umístěny na plánovací tabuli (Obr.9 a 10) v množství a časovém sledu dle požadavku od zákazníka, případně dle požadavků jednotlivých logistických center, umístěných v pobočkách EDW po celém světě, aby rychle a efektivně plnili opakující se požadavky zákazníků. V těchto centrech (planttech) je pak zvažena výše pojistné zásoby a tato zásoba je neustále udržována.

Kanbanová karta obsahuje tyto informace:

- číslo dílů (výrobku) a jeho popis,
- čárový kód pro rychlou komunikaci se skladem pomocí scanneru,
- lokace daného dílu v kanbanovém skladě,
- číslo a označení binu, počet kusů dílu v binu,
- označení dílu (FG), označení vstupního materiálu (RM),
- označení hal (U1D1, U1C1) a pracovišť (A81, DPM) na kterých se postupným sledu bude díl nacházet,
- fotografie daného dílu.



Obr. 8: Kanbanová karta dílu A70501014P



Obr. 9: Výrobní plán pro materiál A70501014P



Obr. 10: Plánovací tabule výrobní linky GXS/CDX

Kanbanovou kartou jsou označeny boxy, do kterých jsou vyrobené materiály (v tomto případě rotory) po výrobě uloženy. Kanbanová karta je tedy kartou výrobní. Rotory jsou uloženy v boxu po 3 ks, v tomto okamžiku se kanbanová karta mění na kartu skladovou. Jakmile dojde ke spotřebě všech 3 ks rotorů, pomocí scanneru jsou kusy odebrány ze skladové zásoby, kanbanová karta je z boxu sejmuta, mění se zpět ze skladové karty na kartu výrobní. V tomto okamžiku je systémem přepočítáno skladové množství daného dílu, dochází k proplánování dílu zpět do výrobního procesu v požadovaném množství a požadovaném čase. Kanbanová karta je uložena do boxu s dalšími výrobními kanbanovými kartami a následně pak zařazena zpět do výrobního plánu na výrobní tabuli.



Obr. 11: Kanbanový sklad rotorů (kanbanový supermarket)

V prostoru montážních linek, je pak využíván KANBAN pro efektivní zásobování drobnějším materiálem. Zde je efektivně zaveden tzv. dodavatelský KANBAN. Na montážních linkách jsou umístěny tzv. biny, pro každý bin je stanoven počet kusů daného dílu.



Obr. 12: Biny na montážní lince

Množství materiálu uloženého v binu je stanoveno pro každý materiál zvlášť, dle obrátky daného materiálu, dle jeho dodací lhůty (1 – 3 dny). Po odebrání materiálu je prázdný bin dopraven do skladu, kde je opět doplněn a zavezen na montážní linku.

2.2 Charakteristika práce na lince konfiguračních systémů, tzv. non-standard

Jelikož je společnost Edwards světová jednička na trhu, nabízí též systém tzv. customizace – úprava dle požadavku zákazníka. K tomu slouží oddělení nestandardních balíčků a systémů – tzv. oddělení (linka) konfiguračních systémů. Toto oddělení má na starost, vzít z katalogu standardní pumpu společnosti EDW a přidáním komponentů (subdílů) rozšířit jejich možnosti použití. Jako příklad může sloužit standardní pumpa EDP (Edwards Dry Pump), která je určena do nevýbušného prostředí. Přidáním vhodných komponentů, může být pumpa použita ve výbušném prostředí a vyhovuje specifikaci ATEX. *ATEX - direktiva EU 94/9/ES - sjednocení značení a předpisy pro elektrické zařízení určené do prostředí s nebezpečím výbuchu.* (<https://cs.wikipedia.org/wiki/ATEX>)



Obr. 14: EDP [11]



Obr. 13: XDS pumpa [11]



Obr. 15: produkt linky non-standard [11]

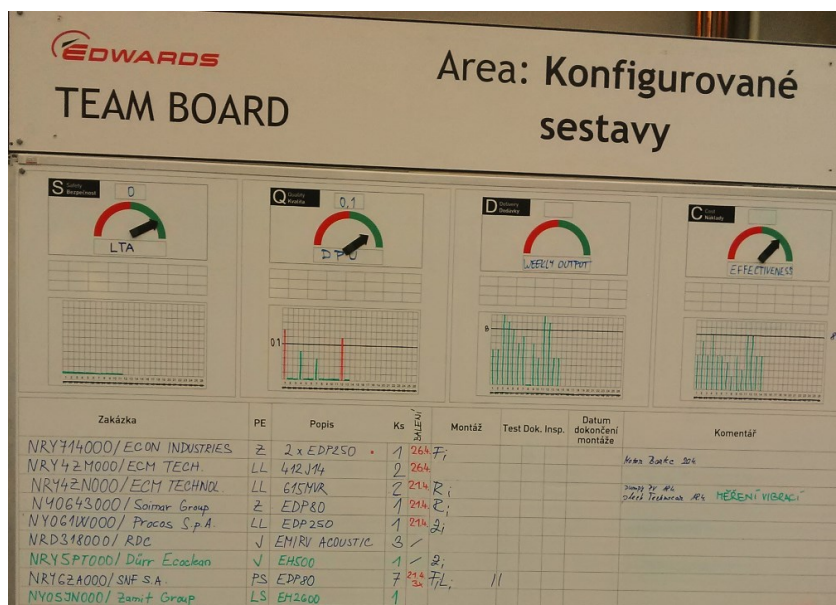
2.2.1 Analýza současného stavu

Linka konfiguračních systémů tedy pracuje s nestandardními často ojedinělými komponenty, předem specifikovanými zákazníkem. Jedná se vždy o kusovou výrobu. Projektový inženýr dle přání zákazníka vyspecifikuje a poptá u dodavatelů všechny potřebné díly pro stavbu daného projektu. S každým projektem je tvořen nový kusovník, s novými komponenty a zároveň s několika opakujícími se komponenty. Pumpy jsou vždy Edwards produktem, proto pumpy jsou zadány do výroby na standardní lince a jako hotový výrobek jsou dodány na linku non-standard. Jelikož se velmi často používá speciální motor, bývá termín dodání těchto dílů i 10 týdnů. Na montáž a konečné testy systému pak bývají počítány 2 týdny. Termín dodání projektu k zákazníkovi bývá běžně 10 - 12 týdnů. Obrátkovost zásob tedy zdaleka nedosahuje času, který bývá běžný na standardní lince. Přesto se zde vyskytují komponenty, které bývají použity u každé montáže a to zejména drobný spojovací materiál.

Plán výroby pro linku non-standard je stanovován dle požadavků zákazníků a dle potvrzených termínů splnění zakázky. Zatím co na standardní lince je materiál vychystáván automaticky kanbanovým systémem, na lince konfiguračních systémů KANBAN zaveden není.

Současný stav pracoviště

Na lince konfiguračních systémů pracuje jeden mistr, jeden skladník a čtyři montážní dělníci. Plán montáže je stanovován na týdenní bázi, pomocí plánovací tabule. Každé pondělí a středu ráno jsou pravidelné výrobní porady, kde se hodnotí aktuální stav montáže a aktuálně se řeší případné nesrovnalosti, které při montáži vznikají.



Obr. 16: Plánovací tabule linky non-standard



Obr. 17: Prostor výrobní non-standard linky

Jak je vidět na obrázku (Obr. 17) jedná se o montáž rozměrově náročnějšího celku, skládajícího se z různého množství jednotlivých dílů. Použité díly na složení každého systému se různí dle požadavku zákazníka. Z důvodu nutnosti variability dle požadavku zákazníka je nutná flexibilita. Flexibilitou je v tom případě míněna schopnost montážníků sestavit celkové systémy od zástavbových rozměrů od 0,5x0,5 metru až po dosud největší realizovaný celkový rozměr systému 4x12 metrů. Základní rámy pro postavení systémů jsou umístěny přímo na výrobní ploše, nejsou zde umístěny žádné automatické výrobní linky, výrobní stoly montážníci používají pouze pro montáž drobnějších dílů celé sestavy.

Skladník této linky má za úkol nachystat veškerý materiál potřebný pro montáž. Nákupčí linky non-standard získává od plánovače informaci, co se bude následující týden na této lince montovat. Na základě těchto informací připraví seznam potřebného materiálu pro montáž a tento seznam předá skladníkovi, tzv. marshal list – příloha A. Skladník dostává seznam materiálu potřebný pro daný projekt a také souhrnný seznam materiálu pro všechny projekty na daný týden. Tento souhrnný seznam skladník předává do skladu jako požadavek na vychystání materiálu.

Z důvodu efektivního využití prostoru ve skladu, jsou zde instalovány mobilní paletové regály. Materiálová přístupnost je tedy částečně omezená. V průběhu denní směny probíhá naskladňování aktuálně přichozícího materiálu od dodavatelů. Manuální požadavky na vychystání materiálu bývají řešeny v průběhu noční směny. Z tohoto důvodu je potřebná správná kooperace mezi plánovačem, nákupčím a skladníkem, aby byl potřebný materiál včas k dispozici a nevznikaly prostoje. Schéma výroby a skladu – viz příloha B.

3 VYHODNOCENÍ ANALÝZY A IDENTIFIKACE POŽADAVKŮ

Na základě vyhodnocení analýzy současného stavu pracoviště linky konfiguračních systémů byly identifikovány následující problémy:

1. *Zbytečná práce skladníka*

Zbytečná práce pro skladníka vzniká už způsobem vychystávání materiálu ze skladu. Dostane totiž materiál vychystán v jednom celku a následně pak materiál třídí do palet pro jednotlivé projekty.

2. *Přehlednost o spotřebě materiálu na pracovišti montáže*

Pracovník skladu nemá přehled o montážním materiálu na pracoviště. Dochází velmi často ke spotřebě tohoto materiálu a montážní pracoviště nemůže pracovat a dochází k časovým ztrátám.

3. *Zlepšení organizace práce na pracovišti montáže*

Z pozorování bylo zjištěno, že standardní linka má mnohem lepší organizaci práci.

Cílem bakalářské práce tedy bude na základě předchozí identifikace problémových míst stanovení specifikace požadavků a návrh na jejich řešení.

Specifikace požadavků

1. Implementace KANBAN na pracoviště linky konfiguračních systémů.
2. Návrh signálního zařízení pro doplnění materiálu.
3. Návrh vhodného identifikačního zařízení pro zefektivnění práce skladníka.

4 NÁVRH NA ŘEŠENÍ

V bakalářské práci bude popsán způsob zavedení výrobního systému KANBAN na výrobní lince nestandardního oddělení (tzv. non-standard), dále v práci zvaného též jako Configured systems, ve společnosti Edwards s.r.o.

4.1 Implementace systému KANBAN

Za materiál vhodný pro implementaci systému KANBAN se jeví spojovací materiál uložený v binech (Obr. 18). Každý bin je označen materiálovým číslem a v současné době jsou biny doplňovány ručně v předem nestanoveném množství. Materiál je objednáván na základě požadavku systému dle zaplánovaného objemu výroby. Rovněž zde je aplikována určitá hladina pojistné zásoby.



Obr. 18: Spojovací materiál




Cílem zavedení systému KANBAN na tuto linku je optimální tok materiálu ze skladu na výrobní linku, větší přehled o spotřebě materiálu v průběhu montáže a ušetření manuální práce skladníka.

4.2 Návrh signálního zařízení pro doplnění materiálu

Za optimální řešení se jeví tzv. signální značení. Na lince non-standard se totiž objevuje problém, že montážníci pozdě hlásí skladníkovi nedostatek drobného materiálu. Následně dochází k prostojům.

Na každý bin bude umístěn magnetický pásek. Montážníci budou mít k dispozici barevné magnetky a ve chvíli, kdy dojde k odebrání posledního materiálu, montážník daný bin označí červeným magnetem, což bude jasný signál, pro jeho neprodlené doplnění. Rovněž bude k dispozici magnet oranžový, pro signalizaci velmi nízké zásoby.

Každý bin pak bude rovněž označen kanbanovou kartičkou, kde bude stanovena dávka potřebná pro doplnění a pro držení optimální skladové zásoby. S kanbanovými kartičkami pak bude pracovat skladník při komunikaci se skladem.

Položka: Výrobek		Kam:
Číslo dílu: 111-225-356		Linka
Balení: KLT	Množství: 30	Oddělení:
Foto:  BARCODE: 		L
ID číslo: HK255		Jméno:
		L
		Symbol:
		
		Skupina: 1

Obr. 19: Návrh kanbanové kartičky

4.3 Návrh vhodného identifikačního zařízení pro zefektivnění práce skladníka

Pro zefektivnění práce skladníka se rovněž jeví jako optimální řešení nákup čtečky čárových kódů. Zpřehlední se přímá spotřeba materiálu na montážní lince, nákupčí bude mít okamžitou zpětnou vazbu ohledně stavu skladu toho materiálu a značně se takto zefektivní i pravidelné inventury skladových zásob.

Pro výběr vhodného čtecího zařízení bylo provedeno rozhodování na základě vícekritériálního rozhodování.

Kritéria rozhodování: [4]

Protože je čtecí zařízení pořizováno na montážní linku, kde se doposud kanbanový tok materiálu neimplementoval, je hlavním kritériem výběru pořizovací cena. Postupem času je pak možné, na základě konkrétních požadavků na funkce, čtecí zařízení vyměnit za novější a vhodnější typ.

- cena,
- snímací vzdálenost,
- snímací prvek,
- čtení čárových kódů,
- rozhraní,
- rozměry (v x š x h),
- hmotnost,
- příslušenství.

Souhrn vybraných čtecích zařízení a jejich parametry jsou uvedeny v příloze (Příloha A).

Koeficienty významnosti

Koeficienty významnosti určíme metodou pořadí.

Experti stanoví pro jednotlivé parametry jednoznačné pořadí (dle subjektivního hodnocení jednotlivých parametrů, čím je parametr významnější tím lepší má pořadí. Nejvýznamnější parametr (kritérium) má pořadí 1. Pořadí se nesmějí opakovat).

Dále jsou provedeny výpočty dle vztahů:

Součet pořadí přiřazený všemi experty j-tému kritériu (α_j):

$$\alpha_j = \sum_{k=1}^p \alpha_{kj} \quad (1)$$

$$\text{Př.: } \alpha_1 = 1 + 1 + 2 + 2 + 1 + 1 = 7$$

Koeficient významnosti (B_j):

$$B_j = 1 - \frac{\alpha_j}{\sum_{j=1}^m \alpha_j} \quad (2)$$

$$\text{Př.: } B_1 = 1 - \frac{7}{7+20+10+14+33+39+33+24} = 0,9611$$

Kde: p – počet expertů

m – počet kritérií

kj – číslo pořadí přiřazené k-tým expertem j-tému kritériu

j – součet pořadí přiřazených všemi experty j-tému kritériu

Tab. 2: Koeficient významnosti a pořadí významnosti parametrů

expert parametr		1	2	3	4	5	α_j	B_j	pořadí významnosti
	j	pořadí parametrů							
cena	1	1	2	2	1	1	7	0,9611	1.
snímací vzdál.	2	2	4	1	5	4	16	0,9112	2.
snímací prvek	3	5	1	4	4	3	17	0,8945	4.
čtení čárových kódů	4	3	7	3	3	2	18	0,9	3.
rozhraní	5	4	5	5	2	5	21	0,8834	5.
rozměry	6	6	3	8	6	8	31	0,8278	6.
hmotnost	7	7	6	6	7	6	32	0,8223	7.
příslušenství	8	8	8	7	8	7	38	0,7889	8.
						suma	180		

Shoda hodnocení:

Abychom zjistili, zda se názory na hodnocení expertů příliš neliší, musíme vypočítat koeficient shody. Koeficient by měl vyjít větší než 0,5, jinak je potřeba opakovat hodnocení po poradě expertů.

Výpočet se provede podle následujícího vzorce:

$$w = \frac{12 \cdot \sum_{j=1}^m \left[\alpha_j - \frac{p \cdot (m+1)}{2} \right]^2}{p^2 \cdot (m^3 - m)} \quad (3)$$

Kde: w – koeficient shody

m – počet kritérií

p – počet expertů

j – součet pořadí přiřazených všemi experty j -tému kritériu

Př.:

$$w = \frac{12 \cdot \left[\left(7 - \frac{5 \cdot (8+1)}{2} \right)^2 + (16 - 22,5)^2 + (17 - 22,5)^2 + (18 - 22,5)^2 + (21 - 22,5)^2 + (31 - 22,5)^2 + (32 - 22,5)^2 + (38 - 22,5)^2 \right]}{5^2 \cdot (8^3 - 8)}$$

$$w = \frac{12 \cdot [240,25 + 42,25 + 30,25 + 20,25 + 2,25 + 72,25 + 90,25 + 240,25]}{12600}$$

$$w = 0,7028 > 0,5$$

Shoda hodnocení je větší než 0,5, můžeme tedy dále pokračovat v rozhodovacím procesu.

Vícekriteriální rozhodování

K rozhodování jsou zvoleny 2 metody, metoda vážená bodovací a metoda bazická.

a) Vážená bodovací metoda:

Pro výpočet řešení touto metodou je potřeba nejprve vhodně zvolit intervaly parametrů a jejich bodové hodnocení (*čím lepší hodnoty, tím vyšší bodové ohodnocení*)

Protože některé parametry nenabývají číselných hodnot, není tato hodnota vhodná pro tento typ parametru. Abychom mohli postupovat dále, jsou hodnoty obodovány (ano x ne) pouze maximem a minimem bodů (Tab. 3), aby se vliv této nevýhody omezil.

Obecný postup:

- Hodnoty byly rozděleny do intervalů.
- Intervalům byly přiděleny bodové hodnoty.
- Byla sestavena tabulka.
- Body byly vynásobeny příslušnými koeficienty významnosti a sečteny pro jednotlivé varianty:

$$S_j = \sum_{i=1}^m b_{ij} \cdot B_j \quad (4)$$

Výpočet:

$$S_1 = 4 \cdot 0,9611 + 1 \cdot 0,9112 + 1 \cdot 0,8945 + 1 \cdot 0,9 + 5 \cdot 0,8834 + 1 \cdot 0,8278 + 2 \cdot 0,8223 + 5 \cdot 0,7889$$

$$S_1 = 17,39$$

Byly vyhodnoceny výsledky. Nejlepší bude varianta s nejvyšším součtem dílčích hodnot.

Tab. 3: Intervaly parametrů a bodové hodnocení

body parametr	j	1	2	3	4	5
		intervaly hodnot parametrů				
cena	1	14 480 - 18 100	10 860 - 14 479	7 240 - 10 859	3 620 - 7239	1 - 3 619
snímací vzdál.	2	41 - 130	131 - 220	221 - 310	311 - 400	401 - 490
snímací prvek (imager 2D)	3	ne	-	-	-	ano
čtení čárových kódů (2D)	4	ne	-	-	-	ano
rozhraní (USB)	5	ne	-	-	-	ano
rozměry (výška)	6	200 - 161	160 - 121	120 - 81	80 - 41	40 - 1
hmotnost	7	390 - 331	310 - 251	250 - 191	190 - 131	130 - 71
příslušenství (snímač)	8	ne	-	-	-	ano

Pozn. U parametru – rozměr - byla použita jako kritérium „výška čtecího zařízení“, z důvodu uložení „čtečky“ ve skladovacím regálu. Cílem je optimalizace umístění materiálu ve skladovacích regálech a snaha o maximální využití jeho prostoru.

Tab. 4: Bodové ohodnocení variant

<div> <div>kritérium</div> <div>čtečka</div> </div>	1-	2+	3+	4+	5+	6-	7-	8+
	cena	sním. vzdál.	snímací prvek	čtení čár.kódů	rozhraní	rozměry	hmotnost	přísluř.
	bodové hodnocení b_{ij}							
Zebex Z-3190BT kit USB [1]	4	1	1	1	5	1	2	5
Motorola čtečka DS4308 SR [2]	4	2	5	5	5	1	4	1
Honeywell Xenon 1900g SR-USB [3]	4	4	5	5	5	2	4	1
Motorola čtečka LI4278 [4]	4	5	1	1	1	4	2	5
Honeywell Granit 1980i [5]	2	2	5	5	5	2	1	5
Honeywell Xenon 1902 HD [6]	1	2	5	5	5	2	4	5
ZEBRA čtečka DS3608-SR [7]	2	2	5	5	5	3	2	1
B_j	0,9611	0,9112	0,8945	0,9	0,8834	0,8278	0,8223	0,7889

Pozn. Bodové hodnocení variant – čím má kritérium vyšší hodnotu, tím horší bodové hodnocení získává, pak značíme „-“. Jestliže má kritérium vyšší hodnotu a tím získává i vyšší bodové hodnocení, pak značíme „+“

Tab. 5: Vážené dílčí hodnoty variant

kriterium čtečka	1-	2+	3+	4+	5+	6-	7-	8+	S _j
	cena	sním. vzdál.	snímací prvek	čtení čár.kódů	rozhraní	rozměry	hmotnost	přísluš.	
	b _{ij} ·B _j								
Zebex Z3190BT kit USB [1]	3,8444	0,9112	0,8945	0,9	4,4175	0,8278	1,6446	3,9445	17,39
Motorola DS4308 SR [2]	3,8444	1,8224	4,4725	4,5	4,4175	0,8278	3,2892	0,7889	23,96
HWXenon1900g SR-USB [3]	3,8444	3,6448	4,4725	4,5	4,4175	1,6556	3,2892	0,7889	26,61
Motorola čtečka LI4278 [4]	3,8444	4,556	0,8945	0,9	0,8834	3,3112	1,6446	3,9445	19,98
HW Granit 1980i [5]	1,9222	1,8224	4,4725	4,5	4,4175	1,6556	0,8223	3,9445	23,56
HW Xenon 1902 HD [6]	0,9611	1,8224	4,4725	4,5	4,4175	1,6556	3,2892	3,9445	25,06
ZEBRA čtečka DS3608-SR [7]	1,9222	1,8224	4,4725	4,5	4,4175	2,4834	1,6446	0,7889	22,05
B _j	0,9611	0,9112	0,8945	0,9	0,8834	0,8278	0,8223	0,7889	

Tab. 6: Výsledné pořadí

Čtecí zařízení	výsledné pořadí V_j
Zebex Z-3190BT kit USB [1]	7
Motorola čtečka DS4308 SR [2]	3
Honeywell Xenon 1900g SR-USB [3]	1
Motorola čtečka LI4278 [4]	6
Honeywell Granit 1980i [5]	4
Honeywell Xenon 1902 HD [6]	2
ZEBRA čtečka DS3608-SR [7]	5

b) Bazická metoda:

Protože se zde vyskytují parametry nabývající hodnot ANO/NE, ze kterých nejde spočít průměr pro vytvoření bazické varianty, je zvoleno za ANO hodnota 1 a za NE hodnota 0.

Obecný postup:

- Na základně známých parametrů byla vytvořena bazická varianta, jako průměrná hodnota z jednotlivých druhů parametrů zvolených variant.
- Všechny varianty byly porovnány s bazickou včetně zahrnutí koeficientu významnosti.

$$\text{Pro náklady (-): } z_{ij} = \frac{h_{bj}}{h_{ij}} \cdot B_j \quad (5)$$

$$\text{Pro výnosy (+): } z_{ij} = \frac{h_{ij}}{h_{bj}} \cdot B_j \quad (6)$$

Dále byly stanoveny hodnoty relativní užítlosti.

$$S_j = \sum_{j=1}^{j=m} z_{ij} \quad (7)$$

V závěru byly vyhodnoceny výsledky a jako nejlepší byla zvolena varianta s nejvyšší hodnotou relativní užítlosti.

Tab. 7: Vytvoření bazické varianty

krit	1-	2+	3+	4+	5+	6-	7-	8+
čtečka	cena	sním. vzdál.	sním. prvek	čtení čár.kódů	rozhraní	rozměr (výška)	hmotnost	přísluš.
Zebex Z 3190BT kit USB [1]	6 680	> 100	0	0	1	147	210	1
Motorola čtečka DS4308 SR [2]	5 146	> 134	1	1	1	165	142	0
HW Xenon 1900g SR-USB [3]	6 059	> 411	1	1	1	104	147	0
Motorola čtečka LI4278 [4]	6 778	> 480	0	0	0	70	238	1
HW Granit 1980i [5]	12 804	> 150	1	1	1	133	335	1
HW Xenon 1902 HD [6]	18 043	> 173	1	1	1	160	133	1
ZEBRA čtečka DS3608-SR [7]	11 710	> 185	1	1	1	76	305	0
B_j	0,9611	0,9112	0,8945	0,9	0,8834	0,8278	0,8223	0,7889
h_{bj}	9602,86	232,57	0,714	0,714	0,857	122,14	215,72	0,571

Tab. 8: Dílčí porovnání všech variant s bazickou

čtečka \ krit.	1-	2+	3+	4+	5+	6-	7-	8+	S_j
	cena	sním. vzdál.	sním. prvek	čtení čár.kódů	rozhraní	rozměr (výška)	hmotnost	přísluš.	
Zebex Z 3190BT kit USB [1]	1,382	0,392	0	0	1,031	0,688	0,845	1,382	5,72
Motorola čtečka DS4308 SR [2]	1,794	0,525	1,253	1,26	1,031	0,613	1,25	0	7,73
HW Xenon 1900g SR-USB [3]	1,524	1,611	1,253	1,26	1,031	0,973	1,207	0	8,86
Motorola čtečka LI4278 [4]	1,362	1,881	0	0	0	1,445	0,746	1,382	6,82
HW Granit 1980i [5]	0,721	0,588	1,253	1,26	1,031	0,761	0,53	1,382	7,53
HW Xenon 1902 HD [6]	0,512	0,678	1,253	1,26	1,031	0,632	1,334	1,382	8,08
ZEBRA čtečka DS3608-SR [7]	0,789	0,725	1,253	1,26	1,031	1,331	0,582	0	6,97
B_j	0,9611	0,9112	0,8945	0,9	0,8834	0,8278	0,8223	0,7889	
h_{Bj}	9602,86	232,57	0,714	0,714	0,857	122,14	215,72	0,571	

Výpočty:

Pro náklady (-) $z_{11} = \frac{h_{b1}}{h_{11}} \cdot B_1 = \frac{9602,86}{6680} \cdot 0,9611 = 1,382$

Pro výnosy (+) $z_{12} = \frac{h_{12}}{h_{b2}} \cdot B_2 = \frac{100}{232,57} \cdot 0,9112 = 0,392$

Dále byly stanoveny hodnoty relativní užítlosti.

$$S_j = \sum_{i=1}^{j=m} z_{ij} = 1,382 + 0,392 + 0 + 0 + 1,031 + 0,688 + 0,845 + 1,382 = 5,72$$

Tab. 9: Výsledné pořadí

Čtecí zařízení	výsledné pořadí V_j
Zebex Z - 3190BTkit USB [1]	7
Motorola čtečka DS4308 SR [2]	3
Honeywell Xenon 1900g SR-USB [3]	1
Motorola čtečka LI4278 [4]	6
Honeywell Granit 1980i [5]	4
Honeywell Xenon 1902 HD [6]	2
ZEBRA čtečka DS3608-SR [7]	5

Při výpočtu koeficientu významnosti se projevilo, že experti, kteří hodnotili jednotlivá kritéria, nebyli příliš odlišní v názoru na významnost parametrů. Za nejdůležitější parametr v celkovém hodnocení je považována pořizovací cena čtecího zařízení a také snímací vzdálenost čtečky, která bude mít jistě vliv na komfortní užívání čtecího zařízení.

V případě vícekritériálního rozhodnutí pak byla použita vážená bodovací metoda a také metoda bazická. Obě tyto metody se shodují ve výsledku.

Jako nejlepší varianta byla v obou případech zjištěna varianta 3 – čtecí zařízení ***Honeywell Xenon 1900g SR-USB***.

Při výpočtu pomocí vážené bodovací metody mohly nastat nepřesnosti v bodovém hodnocení a rozsahu jejich intervalů v důvodu použití parametrů, které nenabývají číselných hodnot. Vyřešila jsem pomocí volby bodových hodnot pouze minima pro NE (neobsahuje) a maxima (obsahuje) pro ANO, čímž se možná chybovost a nepřesnost snížila na minimum. Vzájemným porovnáváním výsledků obou použitých metod, jsem došla k závěru, že mohu výsledek považovat za správný, protože se výsledky metod shodují.

Stejný problém s parametry bez číselných hodnot (ano x ne) pak opět nastal u metody bazické. Tyto hodnoty byly v analýze nahrazeny hodnotami 1 za ANO a 0 za NE, aby bylo možno vytvořit bázi a pokračovat ve výpočtu. Analýza pak ukázala, že výsledek pořadí variant je stejný jako v případě použití metody vážené bodovací a lze jej tak považovat za správný.

5 ZHODNOCENÍ NÁVRHU ŘEŠENÍ A PŘÍNOS PRO PODNIK

Navržené řešení zavést signální značení a kanbanové karty pro přehledné doplňování materiálu se projevilo velmi pozitivně na organizaci práce skladníka a materiál je nyní efektivně doplňován. Skladník má jasnou informaci o skladové zásobě spojovacího materiálu na montážní lince.

Došlo k optimalizaci toku materiálu – doposud byla linka zásobována nárazově, v průměru skladník absolvoval 12 cest do skladu za jednu pracovní směnu. Což znamenalo 60 metrů, čekání na vychystání požadovaného dílu, celkem bylo naměřeno 20 min na jednu cestu. Díky kanbanovým kartám a jasnému značení docházejícímu materiálu se tyto cesty skladníka podařilo zredukovat na průměrných 6 cest denně. Zbytek požadovaného materiálu je pak vychystáván v průběhu nočních směn. Na montážní lince se následně podařilo snížit prostoje a vzrostla efektivita celého pracoviště o 15%. Efektivita práce skladníka vzrostla o 28%.

Díky pořízení čtecího zařízení se rovněž zvýšila efektivita práce skladníka a odstranily se možnosti chybovosti, vlivem lidského faktoru, při opisování materiálových čísel.

Návratnost tohoto řešení je 6 měsíců. Primární výsledek je samozřejmě zvýšená efektivita a rychlá návratnost investice, v neposlední řadě ale mělo toto řešení i pozitivní efekt na spokojenost zaměstnanců a jejich pocit jasného výsledku vlastní práce.

ZÁVĚR

Metody štíhlé výroby jsou dnes velmi často zmiňovaným pojmem a hrají svou nespornou roli v každém rozhodování o zvýšení efektivity a zisku každé společnosti. Nelze tedy říci, že řešení navržené v této práci je konečné a že nebude nadále doplňováno a inovováno.

V práci byl přestaven návrh implantace systému kanban na linku non-standard ve společnosti Edwards s.r.o., která se zabývá výrobou průmyslové vakuové techniky do širokého spektra výrobního a výzkumného průmyslu.

Z původně vysoce neefektivního toku drobného spojovacího materiálu, kdy byl materiál doplňován až ve chvíli, kdy se díky jeho nedostatku zastavila montážní linka, se podařilo nastavit efektivní tok materiálu a odstranit prostoje celého pracoviště. Pomocí vícekritériálního rozhodování bylo rovněž vybráno vyhovující čtecí zařízení - Honeywell Xenon 1900g SR-USB, které rovněž přispělo k úspěšné implementaci kanbanu.

Cílem práce bylo zvýšení efektivity pracoviště, odstranění prostojů a celkové zlepšení toku materiálu. Primární výsledek je samozřejmě zvýšená efektivita a rychlá návratnost investice, v neposlední řadě ale mělo toto řešení i pozitivní efekt na spokojenost zaměstnanců a jejich pocit jasného výsledku vlastní práce.

SEZNAM OBRÁZKŮ

- OBR. 1: CHRÁM ŠTÍHLÉ VÝROBY [9]
OBR. 2: PRINCIP TAHU A TLAKU [6]
OBR. 3: PRVKY ŠTÍHLÉ VÝROBY [6]
OBR. 4: 5S [1]
OBR. 5: PRINCIP KANBAN [6]
OBR. 6: EDP – EDWARDS DRY PUMP [11]
OBR. 7: PUMPA NEXT [11]
OBR. 8: KANBANOVÁ KARTA DÍLU A70501014P
OBR. 9: VÝROBNÍ PLÁN PRO MATERIÁL A70501014P
OBR. 10: PLÁNOVACÍ TABULE VÝROBNÍ LINKY GX/CDX
OBR. 11: KANBANOVÝ SKLAD ROTORŮ (KANBANOVÝ SUPERMARKET)
OBR. 12: BINY NA MONTÁŽNÍ LINCE
OBR. 13: XDS PUMPA [11]
OBR. 14: EDP [11]
OBR. 15: PRODUKT LINKY NON-STANDARD [11]
OBR. 16: PLÁNOVACÍ TABULE LINKY NON-STANDARD
OBR. 17: PROSTOR VÝROBNÍ NON-STANDARD LINKY
OBR. 18: SPOJOVACÍ MATERIÁL
OBR. 19: NÁVRH KANBANOVÉ KARTIČKY

SEZNAM TABULEK

- TAB. 1: DRUHY PLÝTVÁNÍ
TAB. 2: KOEFICIENT VÝZNAMNOSTI A POŘADÍ VÝZNAMNOSTI PARAMETRŮ
TAB. 3: INTERVALY PARAMETRŮ A BODOVÉ HODNOCENÍ
TAB. 4: BODOVÉ OHODNOCENÍ VARIANT
TAB. 5: *VÁŽENÉ DÍLČÍ HODNOTY VARIANT*
TAB. 6: VÝSLEDNÉ POŘADÍ
TAB. 7: VYTVOŘENÍ BAZICKÉ VARIANTY
TAB. 8: DÍLČÍ POROVNÁNÍ VŠECH VARIANT S BAZICKOU
TAB. 9: *VÝSLEDNÉ POŘADÍ*

SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha A
Příloha B
Příloha C

POUŽITÁ LITERATURA A STUDOVANÁ LITERATURA

Knižní zdroje:

[1] LENORT, Radim. *Průmyslová logistika: [učební text]* [online]. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2012 [cit. 2016-11-14]. ISBN 978-80-248-2584-7.

[2] HORÁKOVÁ, Helena a Jiří KUBÁT. *Řízení zásob: logistické pojetí, metody, aplikace, praktické úlohy*. 3. přeprac. vyd. Praha: Profess, [199-]. ISBN 80-85235-55-2.

[3] SCHINDLEROVÁ, Vladimíra. *LOGISTIKA - TEORIE: učební text*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2013. ISBN 978-80-248-3056-8.

[4] ŠAJDLEROVÁ, Ivana. *Organizace a řízení výroby: učební text*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2012. ISBN 978-80-248-2775-9.

[5] TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Řízení výroby*. Praha: Grada Publishing, 1999. ISBN 80-7169-578-5.

[6] MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. *Nové cesty k vyšší produktivitě*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000. ISBN 80-902235-6-7.

Webové zdroje:

[8] *Svět průmyslu: Edwards, s.r.o. – Vývěvy pro celou planetu* [online]. Šumperk: Copyright 2007 - 2016 Smart Connections s.r.o. [cit. 20.10.2016]. Dostupné z: <http://www.svetprumyslu.cz/>

[9] *Toyota: Toyota Production System* [online]. Rudná u Prahy: Toyota Material Handling CZ s.r.o. [cit. 20.11.2016]. Dostupné z: <http://www.toyota-forklifts.cz/>

[10] *Svět produktivity: 5S* [online]. Prostějov: Svět produktivity, s.r.o. [cit. 11.03.2017]. Dostupné z: <http://www.svetproduktivity.cz/>

[11] *Edwards, Edwards*. [online] Burghes Hill UK: Edwards [cit. 11.3.2017]. Dostupné z: <https://www.edwardsvacuum.com/>

POUŽITÉ ZDROJE PRO ČTEČKY A VICEKRITERIÁLNÍ ROZHODOVÁNÍ

[1] *Mironet: čtečky čárových kódů* [online]. Praha: Mironet.cz a.s. [cit. 27-12-2016]. Dostupné z: <<https://www.mironet.cz/zebex-z3190bt-kit-usb-bezdratovy-rucni-ccd-snimac-usb-cerna+dp310581/>>

[2] *Mironet: čtečky čárových kódů* [online]. Praha: Mironet.cz a.s. [cit. 27-12-2016]. Dostupné z: <<https://www.mironet.cz/motorola-ctecka-ds4308-sr-snimac-2d-carovych-kodu-rs232-kbw-usb-kit-usb-stojan-cerna+dp275614/>>

[3] *Mironet: čtečky čárových kódů* [online]. Praha: Mironet.cz a.s. [cit. 27-12-2016]. Dostupné z: <<https://www.mironet.cz/honeywell-xenon-1900g-srusb-snimac-carovych-kodu-1d-pdf-2d-a-ocr-plosne-snimani-usb-cerna+dp236884/>>

[4] *Mironet: čtečky čárových kódů* [online]. Praha: Mironet.cz a.s. [cit. 27-12-2016]. Dostupné z: <<https://www.mironet.cz/motorola-ctecka-li4278-bezdratovy-snimac-kit-usb-cerna+dp244843/>>

[5] *Mironet: čtečky čárových kódů* [online]. Praha: Mironet.cz a.s. [cit. 27-12-2016]. Dostupné z: <<https://www.mironet.cz/honeywell-granit-1980i-snimac-carovych-kodu-1d-a-2d-plosne-snimani-usb-cerna+dp246978/>>

[6] *Mironet: čtečky čárových kódů* [online]. Praha: Mironet.cz a.s. [cit. 27-12-2016]. Dostupné z: <<https://www.mironet.cz/honeywell-xenon-1902-hd-bezdratovy-snimac-carovych-kodu-1d-pdf-2d-a-ocr-plosne-snimani-usb-bluetooth-cerna+dp236886/>>

[7] *Mironet: čtečky čárových kódů* [online]. Praha: Mironet.cz a.s. [cit. 27-12-2016]. Dostupné z: <<https://www.mironet.cz/zebra-ctecka-ds3608sr-snimac-2d-carovych-kodu-rs232-kbw-usb-kit-usb-cerna+dp290998/>>

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucí bakalářské práce, paní Ing. Vladimíře Schindlerové, Ph.D. za příkladné vedení, podnětné rady a odborný náhled na mou práci. Rovněž bych ráda poděkovala paní Ing. Ivaně Šajdlerové, Ph.D. za věcné rady a vedení v případě výpočtu vícekriteriálního rozhodování.